

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Yoshiyuki KOMURA et al. Art Unit : 2874
Serial No.: 10/619,263 Examiner :
Filed : July 14, 2003
Title : METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL WAVEGUIDE AND OPTICAL
WAVEGUIDE DEVICE, OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE AND OPTICAL
WAVEGUIDE, AND OPTICAL COMMUNICATION APPARATUS USING
OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE

Commissioner for Patents
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

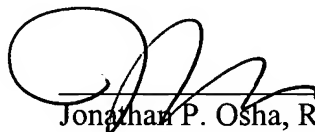
TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT(S) UNDER 35 U.S.C. 119

Applicants hereby confirm their claim of priority under 35 U.S.C. 119 from Japanese Patent Application No. 2002-206323 filed July 15, 2002. A certified copy of the application from which priority is claimed is submitted herewith.

Please apply any charges not covered, or any credits, to Deposit Account 50-0591 (Reference Number 15115.082001).

Respectfully submitted,

Date: 11/26/03


Jonathan P. Osha, Reg. No. 33,986
ROSENTHAL & OSHA L.L.P.
1221 McKinney Street, Suite 2800
Houston, Texas 77010
Telephone: (713) 228-8600
Facsimile: (713) 228-8778

CERTIFICATE OF MAILING BY FIRST CLASS MAIL (37 CFR 1.8)

Applicant(s): Yoshiyuki KOMURA et al.

Docket No.

15115.082001

Serial No.

10/619,263

Filing Date

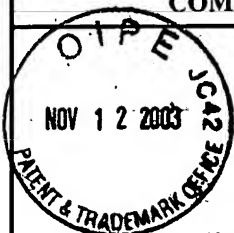
07/14/2003

Examiner

Group Art Unit

2874

Invention: **METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL WAVEGUIDE AND OPTICAL WAVEGUIDE
DEVICE, OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE AND OPTICAL WAVEGUIDE, AND OPTICAL
COMMUNICATION APPARATUS USING OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE**

I hereby certify that this Transmittal of Priority Document Under 35 USC 119

(Identify type of correspondence)

is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to:

Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on November 7, 2003

(Date)

Brenda C. McFadden

(Typed or Printed Name of Person Mailing Correspondence)

(Signature of Person Mailing Correspondence)

Note: Each paper must have its own certificate of mailing.

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 7月15日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-206323

[ST.10/C]:

[JP2002-206323]

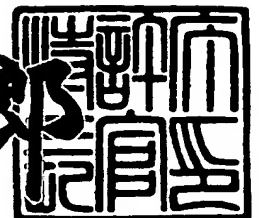
出 願 人
Applicant(s):

オムロン株式会社

2003年 6月27日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3051043

【書類名】 特許願
【整理番号】 02P00473
【提出日】 平成14年 7月15日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G02B 6/10
【発明者】

【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地
オムロン株式会社内

【氏名】 古村 由幸

【発明者】

【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地
オムロン株式会社内

【氏名】 速水 一行

【発明者】

【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地
オムロン株式会社内

【氏名】 寺川 裕佳里

【発明者】

【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地
オムロン株式会社内

【氏名】 森 俊也

【発明者】

【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地
オムロン株式会社内

【氏名】 細川 速美

【特許出願人】

【識別番号】 000002945

【氏名又は名称】 オムロン株式会社

【代表者】 立石 義雄

【代理人】

【識別番号】 100094019

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区谷町 1 丁目 3 番 5 号 オグラ天満橋
ビル

【弁理士】

【氏名又は名称】 中野 雅房

【電話番号】 (06)6910-0034

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038508

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9800457

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光導波路及び光導波路装置の製造方法、光導波路装置及び光導波路、並びに光導波路装置を用いた光通信用装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光を透過伝搬させ少なくとも 1 ヶ所以上の分岐点を有するコア及びコアを囲むクラッドからなる光導波路を第 1 の基板上に縦横所定間隔でマトリクス状に配置するよう複数形成し、機能部位を第 2 の基板上に前記光導波路と同じ縦横所定間隔でマトリクス状に配置するよう複数形成して各々の前記光導波路と前記機能部位が対向するように前記第 1 の基板と前記第 2 の基板を接着し一体化した上で、前記コアを透過伝搬する光の波長に応じて光を透過または反射するフィルタが挿入可能な溝を少なくとも前記溝に挿入された前記フィルタにより前記分岐点で反射した前記光が前記分岐点から別方向に延びているコアに伝搬するような箇所形成し、その後一体化した状態で個々に切断して光導波路装置を製造する方法において、

前記個々の光導波路装置の前記マトリクス状の配置間隔のうち縦方向の間隔を x 、横方向の間隔を y 、前記縦方向と平行な方向に形成された前記コアの長さを z 、前記コアの分岐点の数を n 、前記フィルタ挿入溝の形成間隔を p 、前記縦方向に対する前記フィルタの傾きを θ ($0^\circ < \theta < 90^\circ$) とした時に、

$$x = m \cdot p / \sin \theta \quad (m \text{ は } n \text{ 以上の自然数})$$

$$y = p / \cos \theta$$

$$z \leq (n + 1) \cdot p / \sin \theta$$

となる関係を満たすように前記配置間隔及び前記コアの長さ、並びに前記フィルタ挿入溝の形成間隔を決定したことを特徴とする光導波路装置の製造方法。

【請求項 2】 光を透過伝搬させ少なくとも 1 ヶ所以上の分岐点を有するコア及びコアを囲むクラッドからなる光導波路を第 1 の基板上に縦横所定間隔でマトリクス状に配置するよう複数形成した上で、前記コアを透過伝搬する光の波長に応じて光を透過または反射するフィルタが挿入可能な溝を少なくとも前記溝に挿入された前記フィルタにより前記分岐点で反射した前記光が前記分岐点から別方向に延びているコアに伝搬するような箇所形成し、その後個々に切断して前記光

導波路を製造する方法において、

前記個々の光導波路の前記マトリクス状の配置間隔のうち縦方向の間隔を x 、横方向の間隔を y 、前記コアの分岐点の数を n 、前記フィルタ挿入溝の形成間隔を p 、前記縦方向に対する前記フィルタの傾きを θ ($0^\circ < \theta < 90^\circ$) とした時に、

$$x = n \cdot p / \sin \theta$$

$$y = p / \cos \theta$$

となる関係を満たすように前記配置間隔及び前記フィルタ挿入溝の形成間隔を決定したことを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 3】 請求項 1 に記載した光導波路装置の製造方法により製造した光導波路装置。

【請求項 4】 請求項 2 に記載した光導波路の製造方法により製造した光導波路

【請求項 5】 請求項 3 に記載した光導波路装置と、前記光導波路装置に実装されている投光素子を駆動する投光素子駆動回路、及び前記光導波路装置に実装されている受光素子から出力される電気信号の処理を行うデータ処理回路を備えた光通信用装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、コア内で光を透過伝搬する光導波路、光導波路に光ファイバや投光素子、受光素子などの光学部品を実装するための光ファイバガイドや光学素子設置部並びに光変調機能といった機能部位を付加した光導波路装置、それらの製造方法、並びにその光導波路装置を用いた光通信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

光通信に用いられる光ファイバケーブルの接続部や末端部では、他の光ファイバケーブルや投光素子、受光素子と接続するために光導波路装置が用いられている。近年、高速で大容量のデータを伝送できる光通信の利用が進んでおり、より

安価で大量生産に適した光導波路装置の製造が望まれている。

【0003】

光ファイバからの光信号を受信して電気信号に変換したり、電気信号を光信号に変換して光ファイバへ送信する光導波路装置の例として光トランシーバがある。光トランシーバは一般的に光導波路を形成した光導波路基板と光導波路のコアと接続するための光ファイバ、投光素子、受光素子等を実装した支持基板から構成されている。光導波路基板のコアの途中には、コアを分断するようにフィルタ挿入溝が形成され、フィルタ挿入溝には特定の波長の光のみを透過し、特定の波長以外の波長の光を反射する特性をもつ光学素子であるフィルタが実装されている。このフィルタにより送信信号と受信信号とを分離し、クロストークが発生するのを防止している。

【0004】

従来、このような光導波路装置を製造するには、光導波路基板と支持基板とを個別に製造し、光導波路基板と支持基板を一つ一つ接着樹脂で接合して製作していたので、製造工程が煩雑になり、製造工程に時間やコストが掛かり、効率よく大量生産することができなかった。また、個々の光導波路基板や支持基板は微小な部品であるため、光導波路基板及び支持基板を精度良く位置合わせして光導波路装置を組み立てるのに時間やコストがかかっていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、光導波路基板と支持基板をそれぞれウエハないし親基板上に所定間隔で配置されるよう複数個形成しておき、両ウエハないし親基板を接合させた後、その接合体を切り離して個々の光導波路装置を形成するようにすれば、生産効率は向上する。フィルタ挿入溝についても個々の光導波路装置に切り離す前にまとめて形成しておく方が生産効率は向上する。

【0006】

光導波路装置を複数個形成した状態を図1に示す。図1の光導波路装置23は1枚の親基板上に複数個マトリクス状に形成した支持基板25と他の1枚の親基板の上に複数個マトリクス状に形成した光導波路基板24を接合している。光導

波路基板 2 4 は 1 つずつバラバラの状態です持基板 2 5 に接合されているように図示しているが、不要部分を図示していないだけであり、個々に切り離されてはいない。各々の光導波路基板 2 4 にはコア 2 6 が形成されており、フィルタ挿入溝 2 7 により分断されている。フィルタ挿入溝 2 7 はトの字形に形成されたコア 2 6 が結合する付近に形成され、コア 2 6 を分断するようにフィルタ 2 8 が挿入されている。フィルタ 2 8 によりコア 2 6 を伝搬する送信信号と受信信号を分離している。

【0007】

フィルタ挿入溝 2 7 はダイシングにより切り込みを入れて形成する。しかし、ダイシングでは図 1 に示すように親基板の全体に対して溝を形成することしかできず、フィルタ 2 8 を挿入する箇所だけ部分的に溝を形成することができない。また、フィルタ挿入溝 2 7 はコア 2 6 の長手方向に対して所定の角度を有しているので、個々の光導波路装置 2 3 の大きさやコア 2 6 の長さによっては、各々の光導波路装置 2 3 の所定の箇所にフィルタ装着溝 2 7 を形成しようとする、ダイシングピッチが一定でなかったり、並んで配置されている他の光導波路装置 2 3 のコア 2 6 の目的以外の箇所 2 9 を分断してしまうことがあった。よって、各々の光導波路装置 2 3 を同形状に生産することができなかった。

【0008】

本発明は上述の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、光導波路装置を複数個マトリクス状に形成してフィルタ挿入溝を形成した後個々に切断して光導波路装置を製造する方法において、各々の光導波路装置を同形状に形成することができ、形成されたフィルタ装着溝は他の光導波路装置のコアの目的以外の箇所を分断することのない光導波路装置の製造方法を提供することにある。

【0009】

なお、図 1 においては便宜上フィルタ挿入溝 2 7 はフィルタ 2 8 より細く描いているが、実際はフィルタ挿入溝 2 7 の方がフィルタ 2 8 より幅が広く、フィルタ 2 8 が挿入されている。また、光導波路基板 2 4 以外の支持基板 2 5 上にもフィルタ挿入溝 2 7 が形成されているように見えるが、これはダイシングブレード

の走査軌跡を示すものである。フィルタ挿入溝 2 7 は光導波路基板 2 4 のコア 2 6 を完全に分断するような深さまで形成すれば足りるので実際は支持基板 2 5 上にまでフィルタ挿入溝 2 7 が形成されることはない。

【0 0 1 0】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の光導波路装置の製造方法は、光を透過伝搬させ少なくとも 1 ヶ所以上の分岐点を有するコア及びコアを囲むクラッドからなる光導波路を第 1 の基板上に縦横所定間隔でマトリクス状に配置するよう複数形成し、機能部位を第 2 の基板上に前記光導波路と同じ縦横所定間隔でマトリクス状に配置するよう複数形成して各々の前記光導波路と前記機能部位が対向するように前記第 1 の基板と前記第 2 の基板を接着し一体化した上で、前記コアを透過伝搬する光の波長に応じて光を透過または反射するフィルタが挿入可能な溝を少なくとも前記溝に挿入された前記フィルタにより前記分岐点で反射した前記光が前記分岐点から別方向に延びているコアに伝搬するような箇所形成し、その後一体化した状態で個々に切断して光導波路装置を製造する方法において、前記個々の光導波路装置の前記マトリクス状の配置間隔のうち縦方向の間隔を x 、横方向の間隔を y 、前記縦方向と平行な方向に形成された前記コアの長さを z 、前記コアの分岐点の数を n 、前記フィルタ挿入溝の形成間隔を p 、前記縦方向に対する前記フィルタの傾きを θ ($0^\circ < \theta < 90^\circ$) とした時に、

$$x = m \cdot p / \sin \theta \quad (m \text{ は } n \text{ 以上の自然数})$$

$$y = p / \cos \theta$$

$$z \leq (n + 1) \cdot p / \sin \theta$$

となる関係を満たすように前記配置間隔及び前記コアの長さ、並びに前記フィルタ挿入溝の形成間隔を決定したことを特徴としている。

【0 0 1 1】

また、請求項 2 に記載の光導波路の製造方法は、光を透過伝搬させ少なくとも 1 ヶ所以上の分岐点を有するコア及びコアを囲むクラッドからなる光導波路を第 1 の基板上に縦横所定間隔でマトリクス状に配置するよう複数形成した上で、前記コアを透過伝搬する光の波長に応じて光を透過または反射するフィルタが挿入

可能な溝を少なくとも前記溝に挿入された前記フィルタにより前記分岐点で反射した前記光が前記分岐点から別方向に延びているコアに伝搬するような箇所に形成し、その後個々に切断して前記光導波路を製造する方法において、前記個々の光導波路の前記マトリクス状の配置間隔のうち縦方向の間隔を x 、横方向の間隔を y 、前記コアの分岐点の数を n 、前記フィルタ挿入溝の形成間隔を p 、前記縦方向に対する前記フィルタの傾きを θ ($0^\circ < \theta < 90^\circ$) とした時に、

$$x = n \cdot p / \sin \theta$$

$$y = p / \cos \theta$$

となる関係を満たすように前記配置間隔及び前記フィルタ挿入溝の形成間隔を決定したことを特徴としている。

【0012】

請求項1に記載した光導波路装置の製造方法によれば、第1の基板と第2の基板上に光導波路と機能部位をそれぞれ複数個形成して接合した状態でダイシングによりフィルタ挿入溝を形成する時に、各々の光導波路装置は同形状に形成することができ、各々の光導波路装置に形成されるフィルタ挿入溝は他の光導波路装置のコアの目的外の箇所を分断することはない。また、ダイシングピッチを一定にしてフィルタ挿入溝を形成することができるのでダイシングブレードを自動的に走査させることにより同一工程で複数のフィルタ挿入溝を形成することができる。従って、個々の光導波路装置に対して別々の工程でフィルタ挿入溝を形成する必要がないので、光導波路装置の製造工程を大幅に簡略化でき、生産効率を高めることができる。

【0013】

請求項2に記載した光導波路の製造方法も第2の基板がないだけで、請求項1の効果と同様の効果が得られる。

【0014】

請求項1に記載した光導波路装置の製造方法により、安価で安定した品質を有する光導波路装置を製造することができる。

【0015】

請求項2に記載した光導波路の製造方法により、安価で安定した品質を有する

光導波路装置を製造することができる。

【0016】

また、請求項3に記載した光導波路装置と、前記光導波路装置に実装されている投光素子を駆動する投光素子駆動回路、及び前記光導波路装置に実装されている受光素子から出力される電気信号の処理を行うデータ処理回路を備えることにより、光信号と電気信号の変換を行う光通信用装置を得ることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】

図2は本発明の一実施形態である光導波路装置（光トランシーバ）1の主要部を上方から見た時の模式図である。図2の光導波路装置1は本発明に係る製造方法で複数個生産された光導波路装置の1つを示しており、第1の基板上に複数個マトリクス状に形成された光導波路の1つに相当する長方形の光導波路基板2、第2の基板上に複数個マトリクス状に形成された機能部位の1つに相当する長方形の支持基板3、フィルタ挿入溝5a、5b、5c、フィルタ6からなっている。支持基板3は長辺方向の形成間隔がxで、短辺方向の形成間隔がyで複数形成されていたものをダイシングにより個々に切断されたものである。よって、切断後の支持基板3の長辺と短辺の長さは正確には形成間隔よりダイシングブレードの幅の分だけ短くなるが、以下の説明では便宜上形成間隔x、yを支持基板3の長辺、短辺方向の長さとして取り扱う。

【0018】

支持基板3上の中央付近に支持基板3より長辺、短辺とも短い光導波路基板2が支持基板3からはみ出さないように接合されている。よって、支持基板3の長辺、短辺の長さと光導波路装置1の長辺、短辺の長さは等しい。光導波路基板2の長辺方向は支持基板3の長辺方向と平行であり、長辺方向の長さはzである。光導波路基板2にはトの字形をしたコア4が形成されている。コア4のそれぞれの端面は光導波路基板2から露出している。コア4は支持基板3の長辺方向と平行な方向にコア4a、4bが形成されており、コア4a、4bと垂直な方向にコア4aから分岐するようにコア4cが形成されている。コア4aと4cの分岐点付近でコア4aと4bを分断するように支持基板3の長辺方向に対して $\theta = 45^\circ$

傾いてフィルタ挿入溝 5 b が形成されている。フィルタ挿入溝 5 b からダイシングピッチ p でフィルタ装着溝 5 b と平行にフィルタ装着溝 5 a、5 c が形成されている。フィルタ装着溝 5 a、5 c はコア 4 を分断していない。フィルタ装着溝 5 b にはコア 4 a と 4 b を分断するようにフィルタ 6 が挿入されている。フィルタ 6 はコア 4 a を伝搬してきた光をその波長に応じて透過または反射させる。透過した光はコア 4 b を伝搬し、反射した光はコア 4 c を伝搬する。コアのないフィルタ装着溝 5 a、5 c にはフィルタ 6 を挿入する必要はない。よって、フィルタ数 n は 1 である。支持基板 3 上で光導波路基板 2 が接合されておらず露出している箇所には図示しない投光、受光素子実装用ベンチ（電極パッド）や光ファイバガイドが形成される。

【 0 0 1 9 】

光導波路装置 1 において、フィルタ挿入溝 5 b を対角線としフィルタ挿入溝 5 b に隣接するフィルタ挿入溝 5 a、5 c 上の点を頂点とするような長方形 7（図 2 のハッチング部。以下単位長方形という）を仮定したときに、光導波路装置 1 の大きさは単位長方形 7 の 3 倍の大きさとなっている。この単位長方形の縦の長さを w とすると、前述のように単位長方形 7 の横の長さは y となり、フィルタ装着溝 5 a、5 c はコア 4 を分断していないので、

$$w = p / \sin \theta \cdots \cdots (1)$$

$$y = p / \cos \theta \cdots \cdots (2)$$

$$x = 3w = (n + 2)w \cdots \cdots (3)$$

$$z \leq 2w = (n + 1)w \cdots \cdots (4)$$

の関係が成り立つ。

【 0 0 2 0 】

よって、単位長方形 7 の整数倍（図 2 では 3 倍）を光導波路装置 1 の大きさとすれば、フィルタ装着溝 5 は各単位長方形 7 の同じ箇所に形成されるので、図 3 のように複数の光導波路装置 1 をマトリクス状に配置しても、各々の光導波路装置 1 を同形状にすることができ、大量生産が可能になる。

【 0 0 2 1 】

なお、図 2 から図 7 においては、光導波路基板 2 以外の支持基板 3 上にもフィ

ルタ挿入溝 5 が形成されているように描いているが、これはダイシングブレードの走査軌跡を示すものである。フィルタ挿入溝 5 は光導波路基板 2 のコア 4 を完全に分断するような深さまで形成すれば足りるので実際は支持基板 3 上にまでフィルタ挿入溝 5 が形成されることはない。

【 0 0 2 2 】

また、図 3 から図 7 においては、単位長方形 7 を表示するために単位長方形間の境界を破線で表示している。

【 0 0 2 3 】

図 4 に実際の光導波路装置 1 の上方から見た模式図を示し、図 5 に図 4 の光導波路装置 1 が複数配置された図を示す。実際の光導波路装置では図 2 とは異なり、図 4 のように受光素子実装用ベンチ 8 a、投光素子実装用ベンチ 8 b を形成するスペースと光ファイバガイド 9 を形成するスペースを設ける必要があるので光導波路基板 2 は支持基板 3 の中央からずれて接合されるが、光導波路装置 1 の大きさが単位長方形 7 の整数倍である限り、複数の光導波路装置 1 をマトリクス状に配置しても、フィルタ挿入溝 5 は各々の光導波路装置 1 の同じ箇所に形成されるので同形状の光同導波路装置 1 を大量に生産することができる。よって、各々の光導波路装置 1 のフィルタ挿入溝 5 の形成の際に、目的以外のコア 4 を分断することはない。

【 0 0 2 4 】

また、図 6 のようにフィルタを 2 枚実装する時は、光導波路装置 1 の大きさを単位長方形 7 の 4 倍とすることにより設計することができる。

【 0 0 2 5 】

図 7 は支持基板のない光導波路基板 2 だけで形成された光導波路（光合分波器）2 b の模式図を示している。この光合分波器 2 b の大きさを決定するに当たっても単位長方形の考え方を適用できる。異なるのは、光合分波器 2 b においては支持基板がないので素子実装用ベンチや光ファイバガイドなどの形成スペースを考慮する必要がなく、全ての単位長方形 7 におけるフィルタ挿入溝 5 にフィルタ 6 を挿入するような構造となるため、z と x が同値となることである。光合分波器 2 b の大きさも単位長方形 7 の整数倍とすることにより、同じ形状の光合分波

器 2 b を大量に生産することができ、各々の光合分波器 2 b に形成されたフィルタ装着溝 5 は目的外のコア 4 を分断することはない。また、全ての単位長方形 7 に同じ形状のコア 4 やフィルタ挿入溝 5 が形成されるので、合分波する光の数（＝フィルタ数）に応じて個々に切り離す箇所を変えることにより、必要最小限の大きさを持った光合分波器を得ることができる。

【 0 0 2 6 】

図 8、図 9 は、本発明の一実施形態である光導波路装置（光トランシーバ） 1 の概略斜視図及び概略分解斜視図である。本実施形態の光導波路装置 1 は、支持基板 3 の上に光導波路基板 2 が接合された状態で構成されている。光導波路基板 2 は、カバーガラス 1 0、高屈折率の光学材料からなる下部クラッド層 1 1、下部クラッド層 1 1 より高屈折率の光学材料からなり、内部で光を透過伝搬させるコア 4 a、4 b、4 c、下部クラッド層 1 1 と同じ光学材料からなる上部クラッド層 1 2、及びフィルタ 6 から構成されている。光導波路基板 2 の外形は、支持基板 3 の外形よりも小さい。フィルタ 6 は特定の波長域の光のみを透過させ、特定の波長域以外の光を反射させる特徴を有する光学素子であってフィルタ挿入溝 5 の内部に挿入されている。下部クラッド層 1 1 内に埋め込まれているコア 4 a 及びコア 4 b は一直線状に並んでおり、両コア 4 a、4 b 間を仕切るようにして、且つ、その長手方向に対して 4 5 度の傾きを持たせてフィルタ 6 が挿入され、フィルタ 6 の側面には、両コア 4 a、4 b の長手方向に対して 9 0 度の角度を持つようにしてコア 4 c が配置されている。

【 0 0 2 7 】

支持基板 3 はその長辺と短辺の長さの比が 3 : 1 となっており、その表面には、上記光導波路基板 2 を積層するための導波路固定領域 1 3 が形成され、その周囲には V 溝状の光ファイバガイド 9、凹状をした光学素子設置部 1 4 a、1 4 b が設けられている。また、支持基板 3 の上面は、導波路固定領域 1 3 を除く全面が、上クラッド層の樹脂と密着性の悪い酸化膜 1 5 によって覆われている。各光学素子設置部 1 4 a、1 4 b 内には、投光素子や受光素子を実装するための素子実装用ベンチ（電極パッド） 8 a、8 b が形成されている。

【 0 0 2 8 】

図 8 のように組み立てられた光導波路装置 1 においては、上記光導波路基板 2 は、上下反転された状態で設置されており、光ファイバガイド 9 及び素子実装用ベンチ 8 a、8 b は光導波路基板 2 から露出している。

【 0 0 2 9 】

図 1 0 は上記光導波路装置 1 に投光素子 1 6 と受光素子 1 7 を実装し、光ファイバ 1 8 をつないだ状態を示す平面図である。光学素子設置部 1 4 a、1 4 b 内の素子実装用ベンチ 8 a、8 b には、下面電極をダイボンドすることにより、それぞれ受光素子 1 7 と投光素子 1 6 が実装されており、受光素子 1 7 はコア 4 c の端面に対向し、投光素子 1 6 はコア 4 b の端面に対向している。また、投光素子 1 6 及び受光素子 1 7 の上面電極はボンディングワイヤで回路基板などに接続される。光ファイバ 1 8 は、光ファイバガイド 9 に納めて位置決めした状態で接着剤により固定されており、それによってコア 4 a の光軸と光ファイバ 1 8 の光軸が自動的に調芯されている。

【 0 0 3 0 】

この光導波路装置 1 においてフィルタ 6 は、投光素子 1 6 から出射される波長の光を透過し、光ファイバ 1 8 から出射される波長の光を反射する特性のものを用いている。従って、投光素子 1 6 からコア 4 b に光（送信信号）を照射すると、光はコア 4 b の内部を伝搬し、フィルタ 6 を透過してコア 4 a の内部を伝搬し、光ファイバ 1 8 に入射して光ファイバ 1 8 内を送信される。また、光ファイバ 1 8 を伝搬してきた光（受信信号）は、コア 4 a に入射して、フィルタ 6 で反射し、コア 4 c を伝搬して受光素子 1 7 に受信される。このようにして光導波路装置 1 は、光ファイバを通じてつながっている外部の他の装置と信号の送受信を行うことができる。

【 0 0 3 1 】

上記のようにこの光導波路装置 1 は、信号の送受信を行うための光トランシーバーとして利用することができ、例えばインターネットに接続されたパーソナルコンピュータのように外部からの信号を受信し、また、外部に向けて信号を送信する装置の内部で用いられる。

【 0 0 3 2 】

以下に、図 1 1 ～図 1 7 を用いてこの光導波路装置 1 の製造方法を説明する。まず、支持基板 3 の親基板であるシリコン基板 3 a の表面をエッチングし、図 1 1 に示すように導波路固定領域 1 3、光学素子設置部 1 4 a、1 4 b、ファイバガイド 9 を一組としてそれを縦横とも等間隔になるように複数組形成する。図 1 1 のシリコン基板 3 a の大きさは 2 4 m m × 8 m m であり、これを用いれば一度に 4 個の光導波路装置 1 を製造できる。よって、光導波路装置 1 の 1 個当たりの大きさは 1 2 m m × 4 m m となる。これよりも大面積のシリコン基板 3 a を用いれば、さらに大量の光導波路装置 1 の同時生産が可能になる。

【 0 0 3 3 】

次に、図 1 2 に示すようにシリコン基板 3 a の表面のうち導波路固定領域 1 3 以外の領域に上クラッド層の樹脂と密着性の悪い酸化膜 1 5 を形成する。さらに、光学素子設置部 1 4 a、1 4 b において、酸化膜 1 5 の上にそれぞれ素子実装用ベンチ 8 a、8 b を電極材料によって形成する。以下、酸化膜 1 5 が形成されたシリコン基板 3 a をベース基板 1 9 a という。

【 0 0 3 4 】

一方、上記のシリコン基板 3 a と同面積以上のガラス基板 1 0 a を用いて、図 1 3 に示す下部クラッド層 1 1、コア 4 c、4 d からなる光導波路親基板 2 a を複製法（スタンパ法）で形成する。ガラス基板（ウエハ）1 0 a は、光導波路装置 1 のカバーガラス 1 0 の親基板である。

【 0 0 3 5 】

ここで、紫外線硬化樹脂を用いた複製法（スタンパ法）について、図 1 4 を用いて簡単に説明する。図 1 4 （a）（b）（c）（d）は、図 1 3 の A - A' 線断面に相当する面を示している。まず、図 1 4 （a）に示すように、ガラス基板 1 0 a 上に未硬化の紫外線硬化樹脂（下部クラッド樹脂）1 1 a を滴下し、表面にコア 4 c、4 d と同じ形状のパターンを有するスタンパ（型）2 0 a で押圧してコア溝 2 1 を形成した後、紫外線を照射して樹脂 1 1 a を硬化させ、図 1 4 （b）に示すようにコア溝 2 1 を有する下部クラッド層 1 1 を成型する。

【 0 0 3 6 】

次に、下部クラッド層 1 1 に成型されたコア溝 2 1 の内部に下部クラッド層 1

1よりも屈折率の大きな未硬化の紫外線硬化樹脂（コア樹脂）4eを注入して表面が平らになるよう、また、コア溝21から溢れ出た樹脂4eによって下部クラッド層11表面に形成されるバリの厚みを薄くするためにスタンパ20bで押圧し、紫外線を照射して樹脂4eを硬化させて、コア溝21内に図14（d）に示すようなコア4c、4dを形成する。

【0037】

次に、図15に示すように、光導波路親基板2a表面に、未硬化の樹脂12aを滴下し、樹脂12aによって光導波路親基板2aとベース基板19aとを接着する。なお、樹脂12aは硬化すると上部クラッド層12となるために、下部クラッド層11と同じ紫外線硬化樹脂であるか、下部クラッド層11と同程度の屈折率を有する樹脂であることが望ましく、少なくともコア4c、4dよりも屈折率が小さくなくてはならない。

【0038】

ベース基板19aと光導波路親基板2aとを接着するときには、光ファイバガイド9や光学素子設置部14a、14bとコア4c、4dを精密に位置合わせをしておく必要がある。そのためには、光導波路親基板2aとベース基板19aに設けたアライメントマークにより精度良く位置合わせを行って光導波路親基板2aとベース基板19aを接着すればよい。大面積のベース基板19aと大面積の光導波路親基板2aとで位置合わせを行えば、個々の部品どうしを位置合わせするような煩雑さがなく、一度に複数のコアとファイバガイド等との位置合わせを精度良く行えるため効率的である。

【0039】

次に、図16に示すようにベース基板19aを下に、光導波路親基板2aを上にして置き、導波路固定領域13の縁を通過するようにして光導波路親基板2aにダイシングブレードで切り込みを入れて分離溝22a、22b、22cを形成する。なお、この分離溝22a、22b、22cの切り込み工程により、同時にコア4c、4dの端面が形成される。分離溝22a～22cによって分割された光導波路親基板2aのうち、ベース基板19aの表面に酸化膜15が形成されている領域（導波路固定領域13の外側の領域）では、酸化膜15と上クラッド層

12の界面での密着力が低いので、分割された光導波路親基板2aのうちから不要部分（導波路固定領域外に対応している領域）に力を加えると、この不要部分をベース基板19aから簡単に剥がすことができる。したがって、図16に斜線を施して示す、内部にコア4c、4dが形成されている領域のみを残し（この領域が光導波路基板2である）、ベース基板19aの光ファイバガイド9や光学素子設置部14a、14b内の素子実装用ベンチ8a、8bを露出させることができる。ベース基板19a上に残っている光導波路基板2の外周面には、コア4c、4dの各端面が露出している。

【0040】

次に、カバーガラス10及び下部クラッド層11にコア4dの長手方向に対して45度傾けてダイシングブレードで切り込みを入れ、フィルタ挿入溝5を形成する。この際、光導波路装置1の1個当たりの大きさが12mm×4mmなので（1）、（2）式から逆算してダイシングピッチを約2.8mmとすることにより、他の光導波路装置1のコア4dの目的外の箇所を分断することはない。このフィルタ挿入溝5の形成によりコア4dが分断されてコア4a、4bが形成される。その後、図16のB-B'線、C-C'線に沿ってベース基板19aを切断し、図17に示すようなチップに分割する。最後に、フィルタ挿入溝5のコア4aとコア4b間となる部分に、多層反射膜を用いたフィルタ6をはめ込めば、図8に示す光導波路装置が完成する。なお、フィルタ6はカバーガラス10の上面から飛び出しているも良い。

【0041】

この光導波路装置1では、大面積の光導波路親基板2aと、大面積のベース基板19aを上クラッド層12で接着して、フィルタ挿入溝5を形成して、最終工程で光導波路装置1の個別チップに分割するように製造するために、個々の光導波路基板2と、個々の支持基板3とを貼り合わせるよりも効率よく光導波路装置1を製造することができ、大量生産に適している。また、光導波路装置1の外形からコア4dの長さやダイシングピッチを適当に定めることにより個々の光導波路装置1に切り離す前工程でフィルタ挿入溝5をまとめて形成することができるので、生産効率が向上する。さらに、大面積のベース基板19aと大面積の光導

波路親基板 2 a とで位置合わせを行うために、小さな部品どうしで位置合わせをするよりも精度よく位置合わせをすることができる。

【0042】

また、この光導波路装置 1 では、最終的には光ファイバガイド 9 や光学素子設置部 14 a、14 b を露出させる必要があるが、光導波路親基板 2 a の不要部分にあたる領域では、ベース基板 19 a 上に酸化膜 15 を予め形成しておいて接着樹脂 12 a（上部クラッド層 12）の接着力を弱くしているので、光導波路親基板 2 a とベース基板 19 a の全面を接着していても、光導波路親基板 2 a の不要部分を簡単に除去することができ、製造工程をさらに簡略化することができる。

【0043】

以下、この光導波路装置 1 を用いた光通信用装置について説明する。光ネットワークシステムにおいては、各家庭内などのユーザーネットワークと中継系ネットワークとをアクセスネットワーク（加入者光ファイバ）で結ぶ必要があるが、アクセスネットワークとユーザーネットワークとの間には光／電気変換を行うための回線終端装置（Optical Network Unit）が必要とされる。また、アクセスネットワークと中継系ネットワークとの間の交換局（電話事業者の設備センタ）では、光／電気変換を行うための回線終局装置（Optical Line Terminal）が必要とされる。

【0044】

図 18 は上記回線終端装置の構成を示すブロック図である。31 はアクセスネットワークを構成する光ファイバであって、波長 1550 nm 帯の光信号と波長 1310 nm 帯の光信号を伝送する。光ファイバ 31 の端面に対向する位置には、WDM 32 が設けられており、WDM 32 は光ファイバ 31 から伝送されてきた波長 1550 nm 帯の光信号を出力部から出力し、入力部から入力された波長 1310 nm 帯の光信号を光ファイバ 31 に結合させる。

【0045】

WDM 32 の出力部から出力された波長 1550 nm 帯の光信号は光／電気変換モジュール（PIN-AMP モジュール）33 に入力される。光／電気変換モ

ジュール 3 3 は、受光素子（フォトダイオード） 3 4 とプリアンプ 3 5 からなり、入力した光信号を受光素子 3 4 で受光することによって電気信号に変換し、プリアンプ 3 5 で増幅した後、データ処理回路 3 6 に入力させる。ついで、データ処理回路 3 6 で処理された電気信号は、回線終端装置に接続されている電話や家庭用機器のコントローラなどに送られる。

【 0 0 4 6 】

一方、WDM 3 2 の入力部につながっている電気／光変換モジュール 3 7 は、投光素子（LD） 3 8 とモニター用受光素子 3 9 からなり、投光素子 3 8 は波長 1 3 1 0 n m 帯の光を出射するものであって、投光素子駆動回路 4 0 によって駆動される。また、投光素子 3 8 から出射される光信号をモニター用受光素子 3 9 で受光することにより、投光素子 3 8 から出射される光信号のパワーが一定になるように出力をコントロールしている。しかして、電話や家庭用機器から送出された電気信号は、投光素子駆動回路 4 0 へ送られ、投光素子駆動回路 4 0 に入力された電気信号によって投光素子 3 8 を駆動することにより電気信号を光信号に変換し、WDM 3 2 を通して光ファイバ 3 1 へ送信する。

【 0 0 4 7 】

このような回線終端装置においては、光導波路装置を用いることにより回線終端装置を小型化することができる。例えば、図 8 以下に説明したような光導波路装置（光トランシーバ） 1 におけるフィルタ 6、コア 4 a、4 b、4 c を上記 WDM 3 2 として用い、光導波路装置 1 に実装された受光素子 1 7 を上記光／電気変換モジュール 3 3 の受光素子 3 4 として用い、光導波路装置 1 に実装された投光素子 1 6 を上記電気／光変換モジュール 3 7 投光素子 3 8 として用いればよい。また、光導波路装置 1 の支持基板 3 上に上記プリアンプ 3 5、データ処理回路 3 6、モニター用受光素子 3 9、投光素子駆動回路 4 0 等を実装することにより回線終端装置をワンチップ化することも可能になる。

【 0 0 4 8 】

なお、ここでは回線終端装置（ONU）の場合について説明したが、回線終局装置（OLT）にも、同様に光導波路装置 1 を用いることができる。

【発明の効果】

本発明の光導波路装置の製造方法によれば、複数の光導波路装置をマトリクス状に配置した状態でフィルタ挿入溝を形成しても、各々の光導波路装置を同形状に形成することができ、また各々の光導波路装置に形成されるフィルタ装着溝は他の光導波路装置のコアの目的外の箇所を分断することがない。よって、製造工程を簡略化することができ、大量生産に適しているので、製造コストを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 従来の光導波路装置のフィルタ挿入溝の形成状態を示す図である。

【図 2】 本発明の一実施形態による光導波路装置の主要部を示す模式図である。

【図 3】 本発明の一実施形態による光導波路装置を複数個形成した状態を示す模式図である。

【図 4】 本発明の一実施形態による光導波路装置を示す模式図である。

【図 5】 本発明の一実施形態による光導波路装置を複数個形成した状態を示す模式図である。

【図 6】 本発明の他の実施形態による光導波路装置を示す模式図である。

【図 7】 本発明の一実施形態による光導波路を示す模式図である。

【図 8】 本発明の一実施形態による光導波路装置の概略斜視図である。

【図 9】 図 8 に示す光導波路装置の概略分解図である。

【図 10】 図 8 の光導波路装置の使用態様を示す概略平面図である。

【図 11】 図 11～図 17 は、本発明の光導波路装置の製造方法を説明する図である。

【図 12】 図 11 の続図である。

【図 13】 図 12 の続図である。

【図 14】 (a) (b) (c) (d) は、図 13 の A-A' 断面に沿って、コアを製造するまでの工程を説明するための図である。

【図 15】 図 13 の続図である。

【図 16】 図 15 の続図である。

【図 17】 図 16 の続図である。

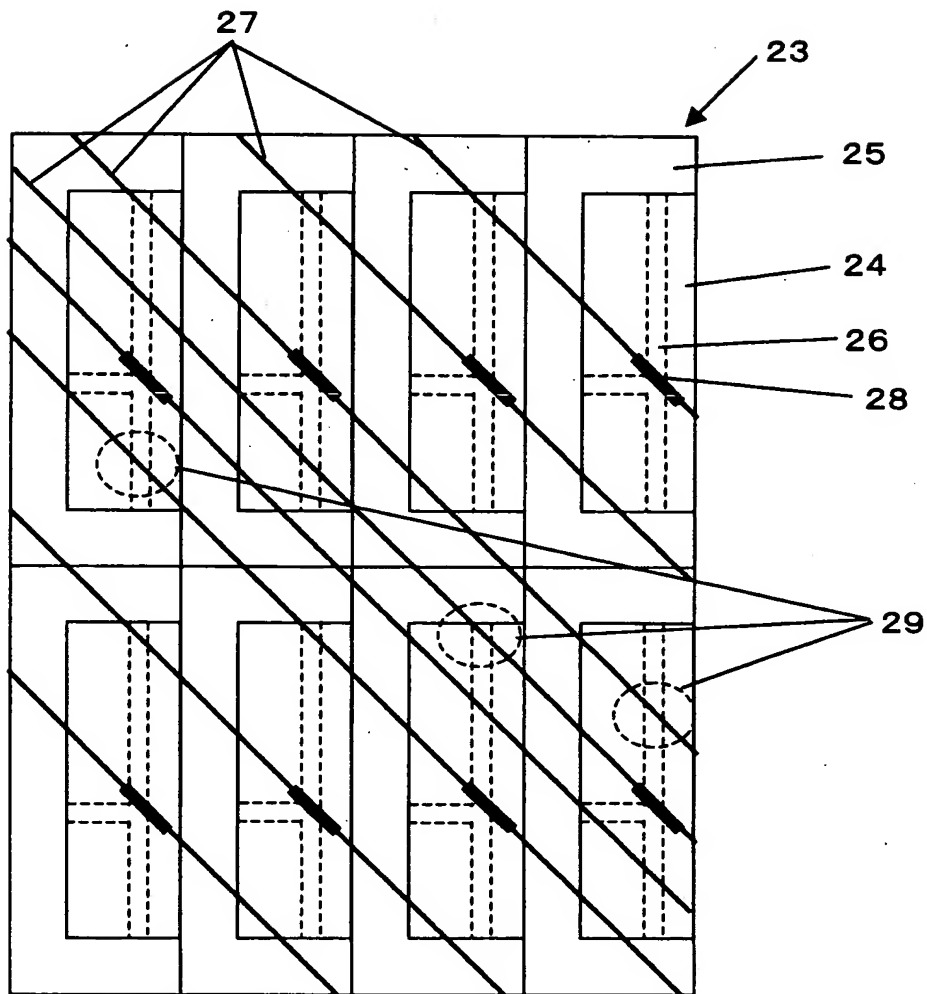
【図 1 8】回線終端装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

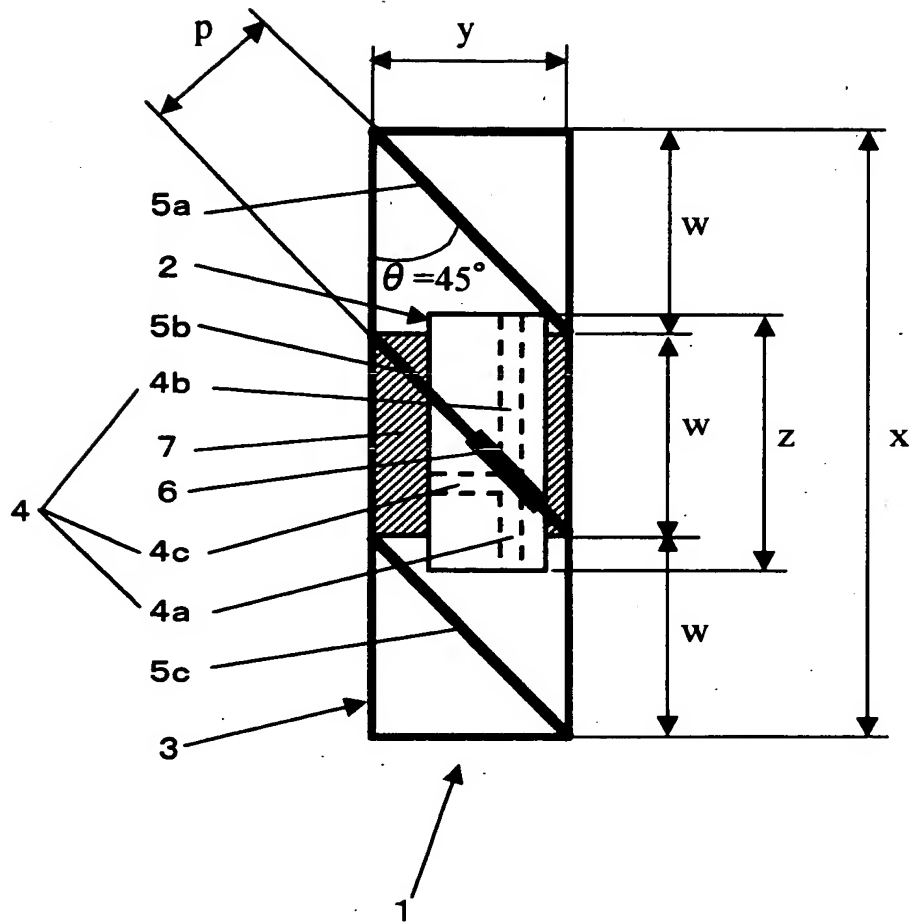
1	光導波路装置
2	光導波路基板
3	支持基板
4、4 a ~ 4 c	コア
5、5 a ~ 5 c	フィルタ挿入溝
6	フィルタ
9	光ファイバガイド
1 1	下部クラッド層
1 2	上部クラッド層
1 4 a、1 4 b	光学素子設置部

【書類名】 図面

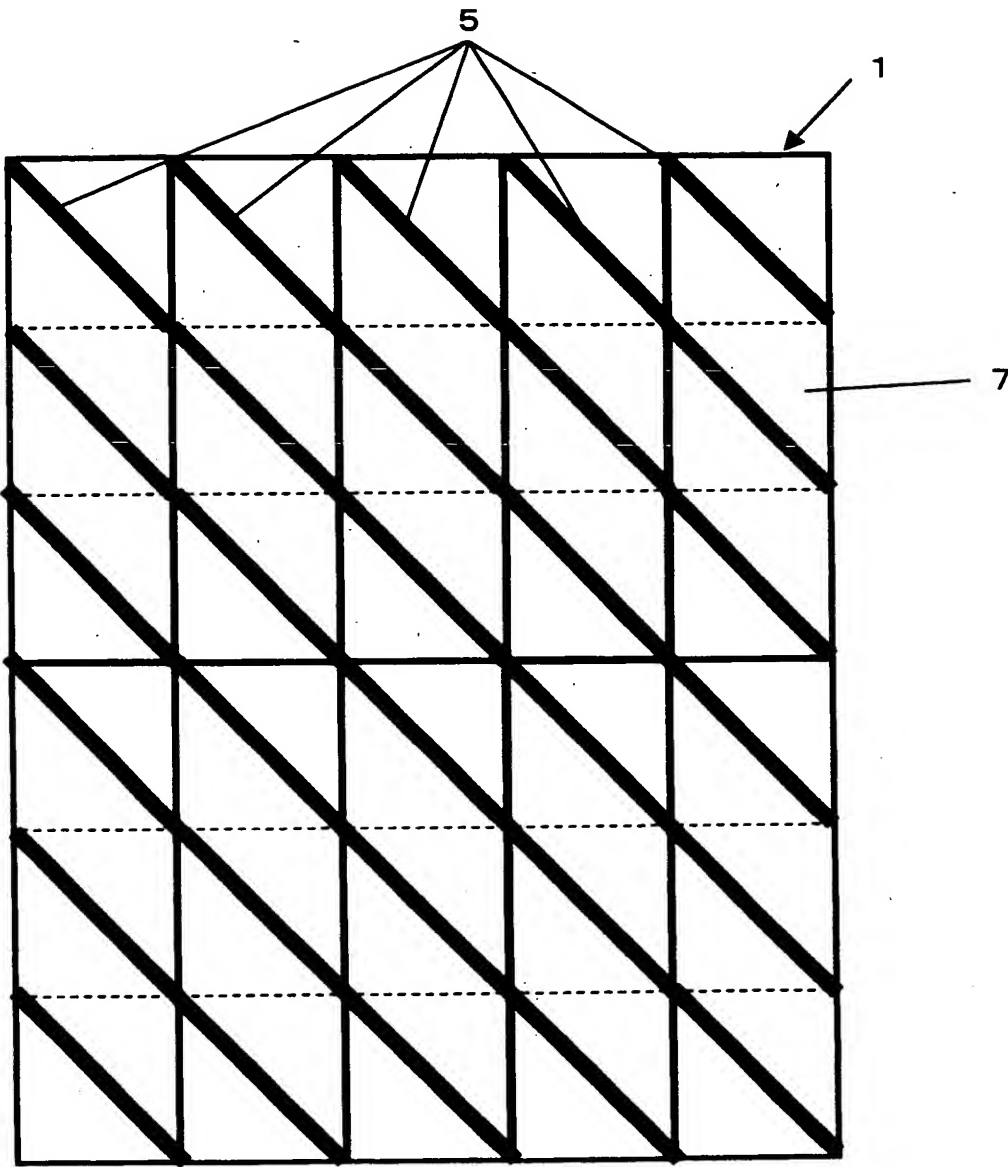
【図 1】



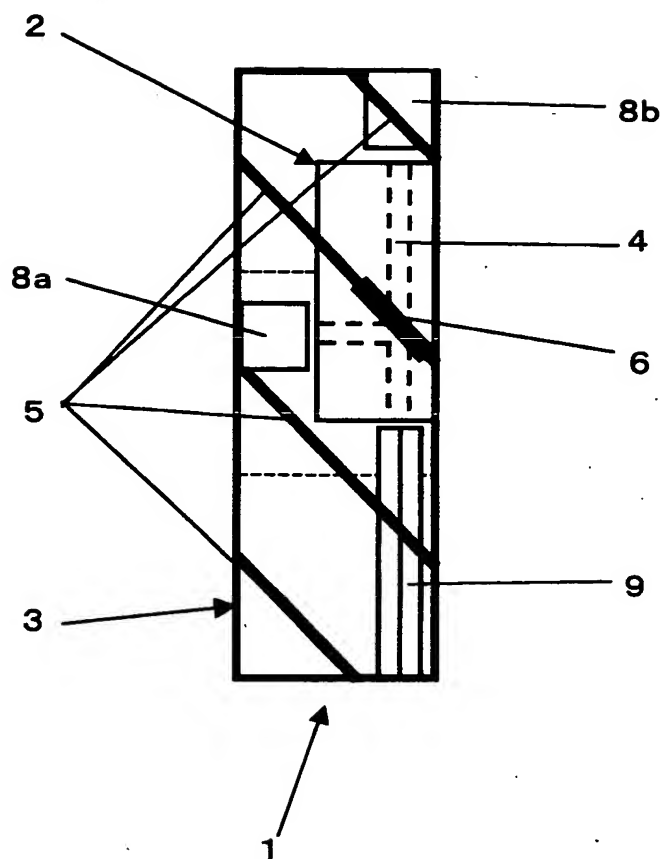
【図 2】



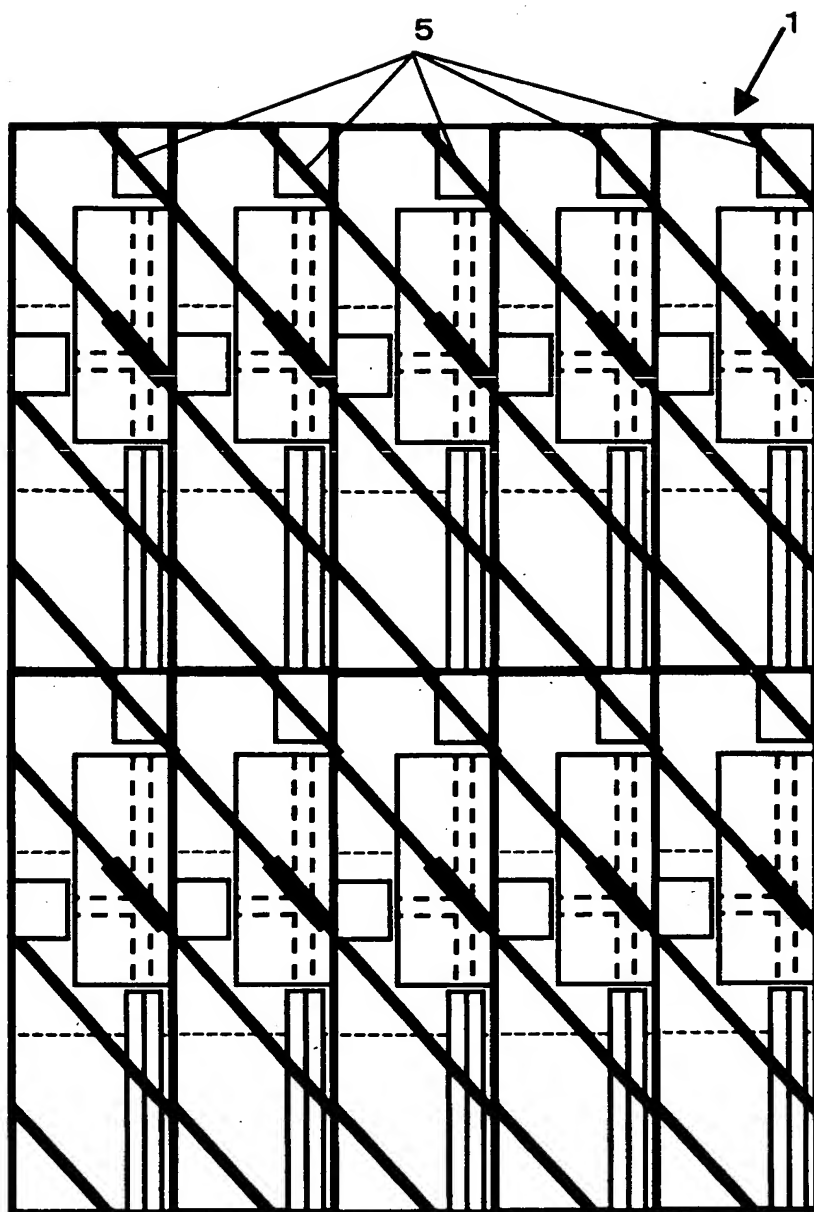
【図3】



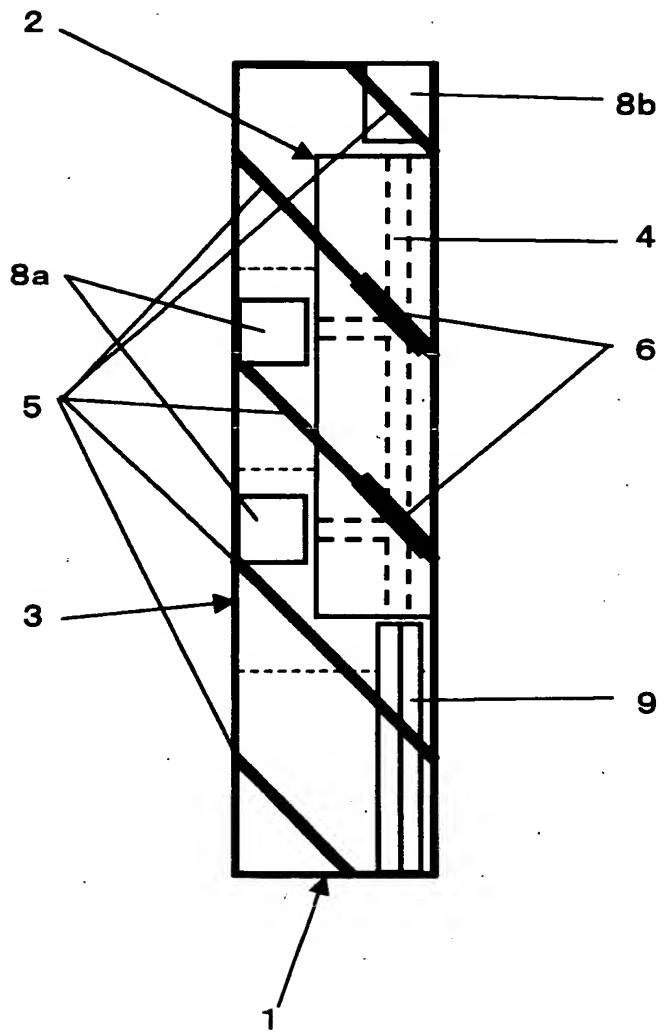
【図 4】



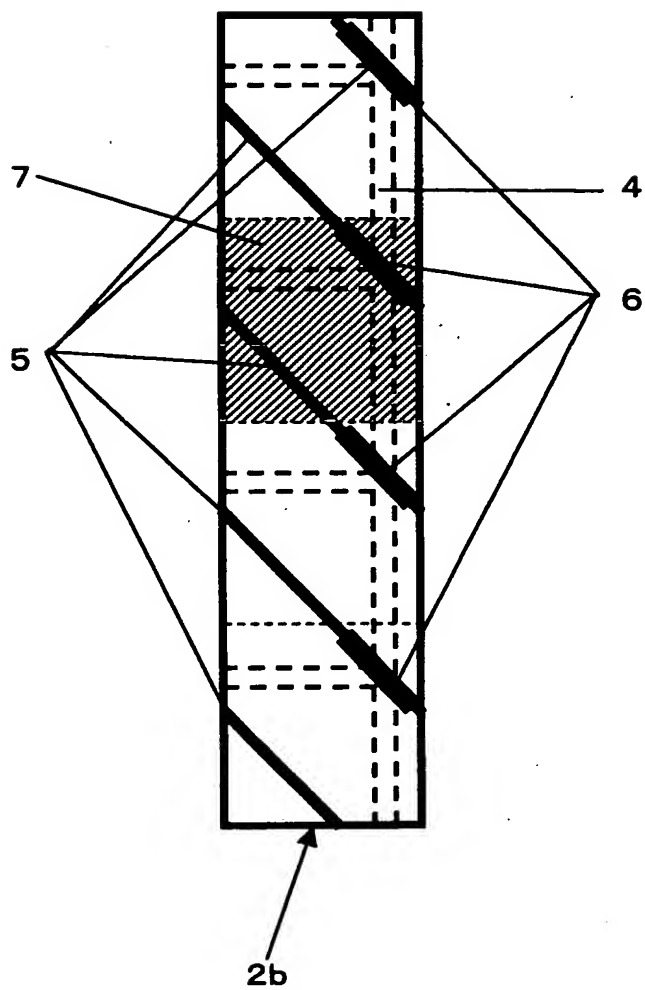
【図 5】



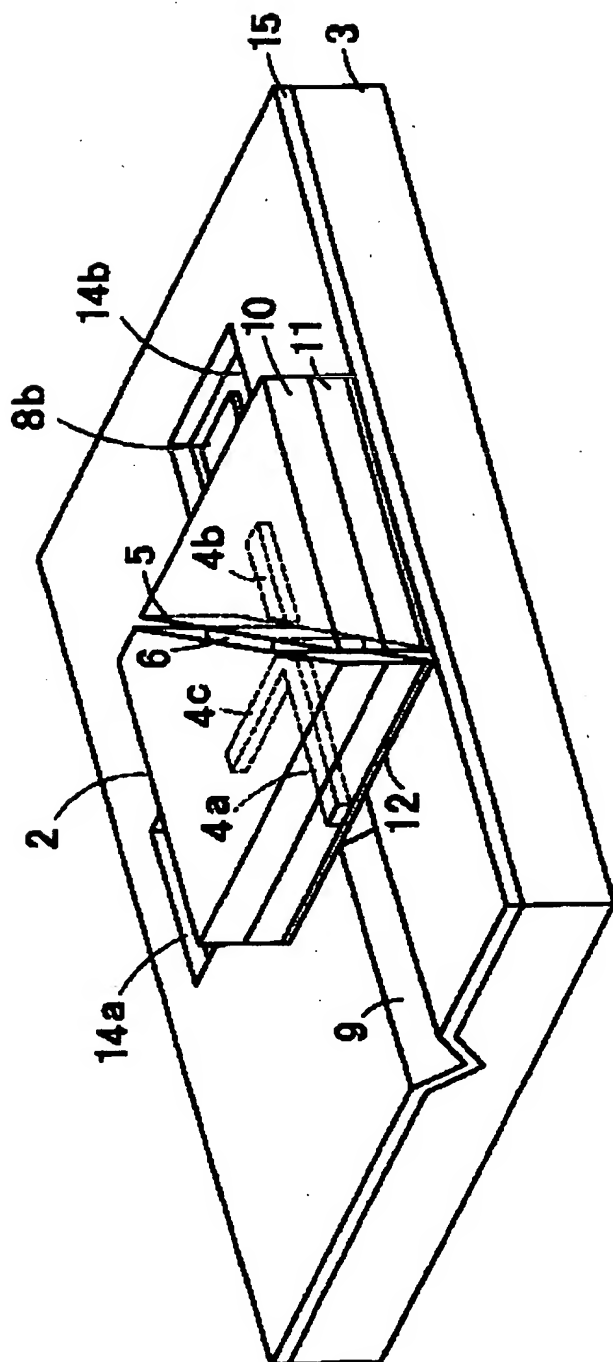
【図 6】



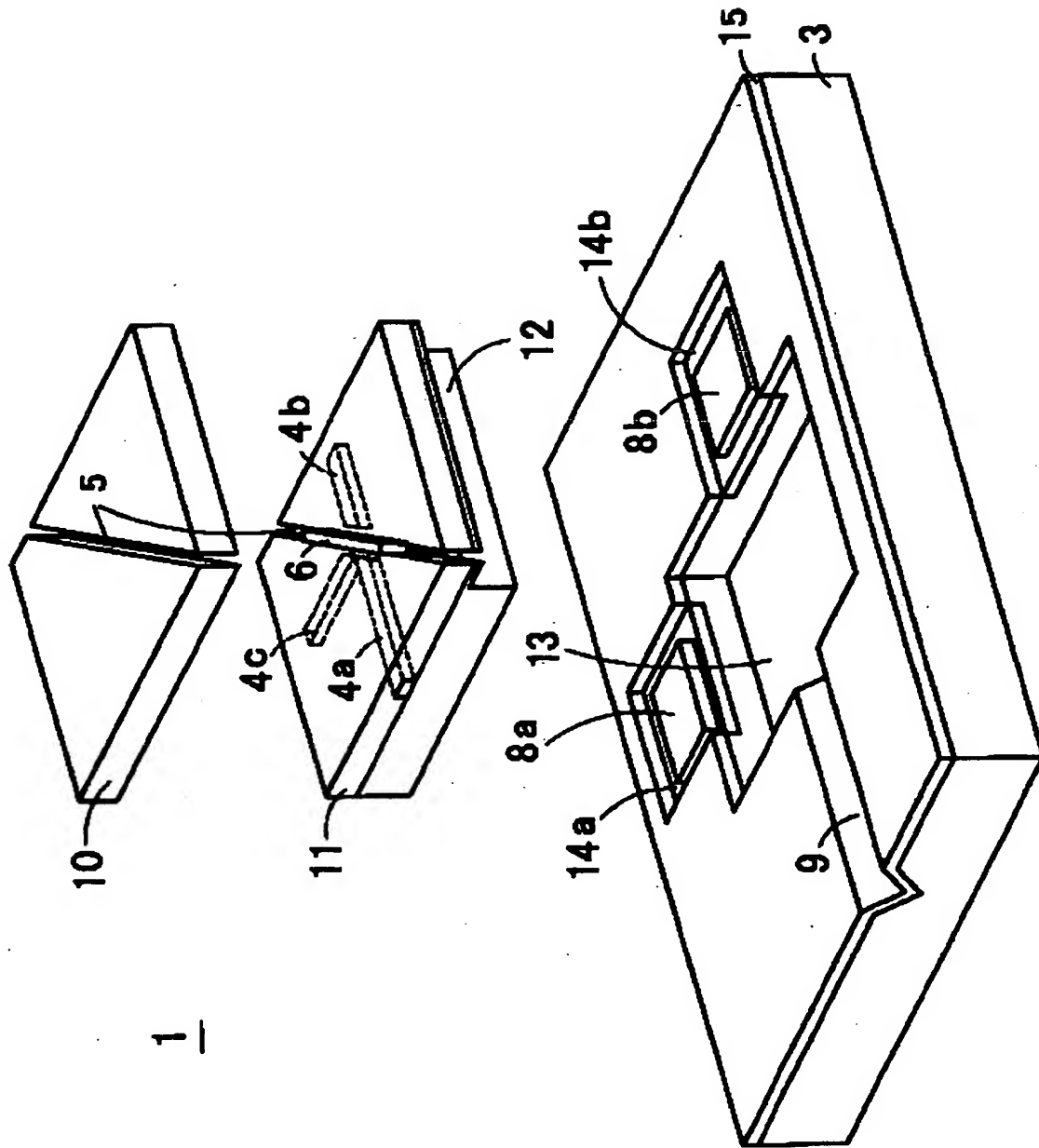
【図 7】



【图 8】

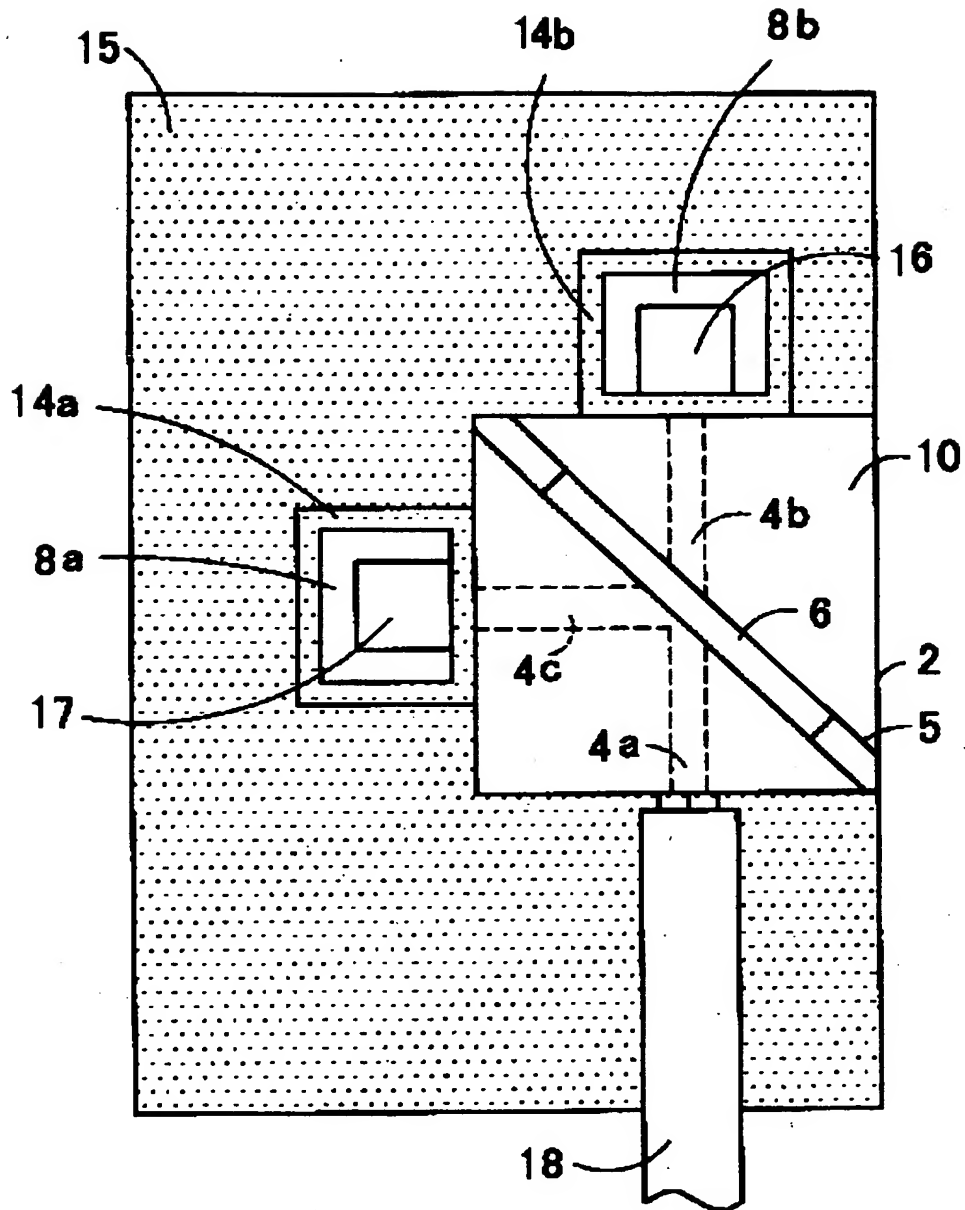


【図 9】

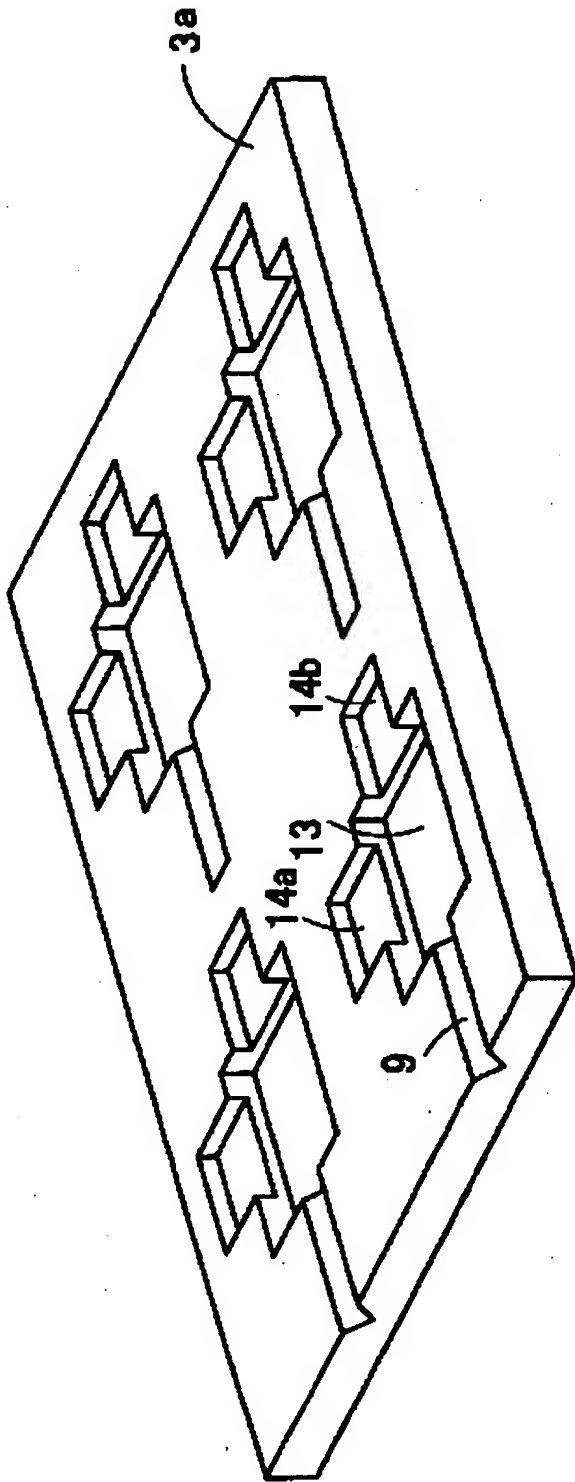


【図 10】

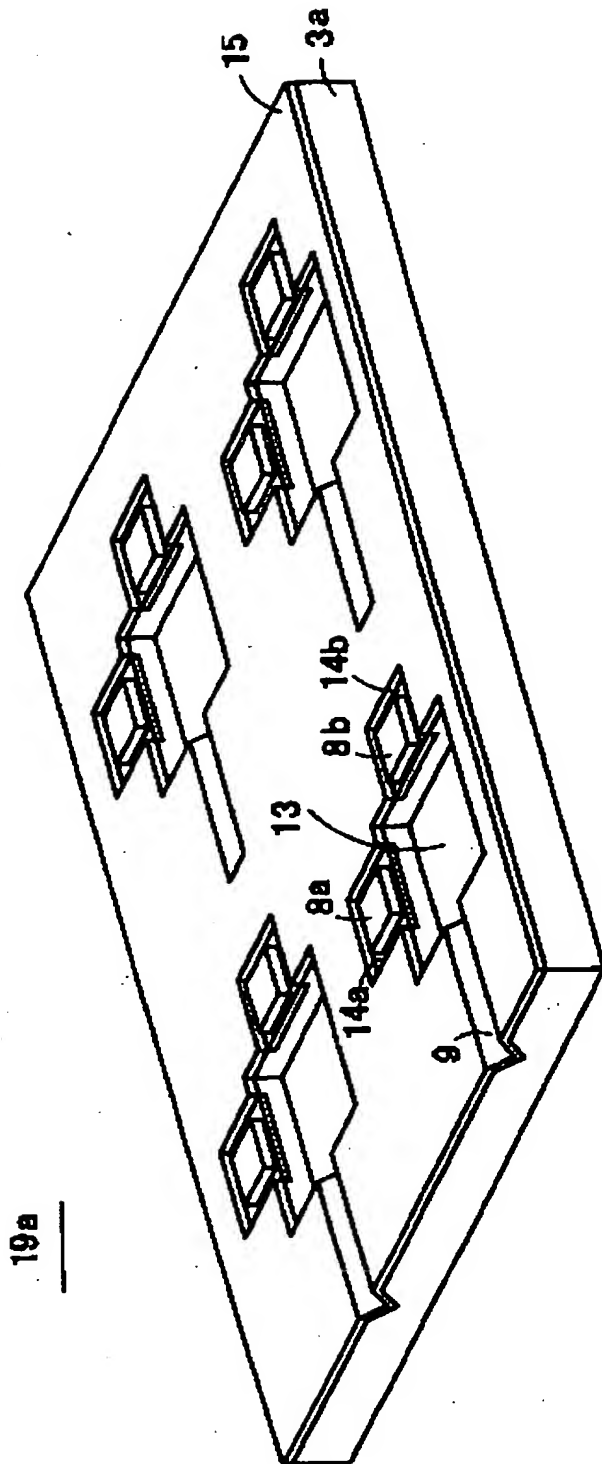
1



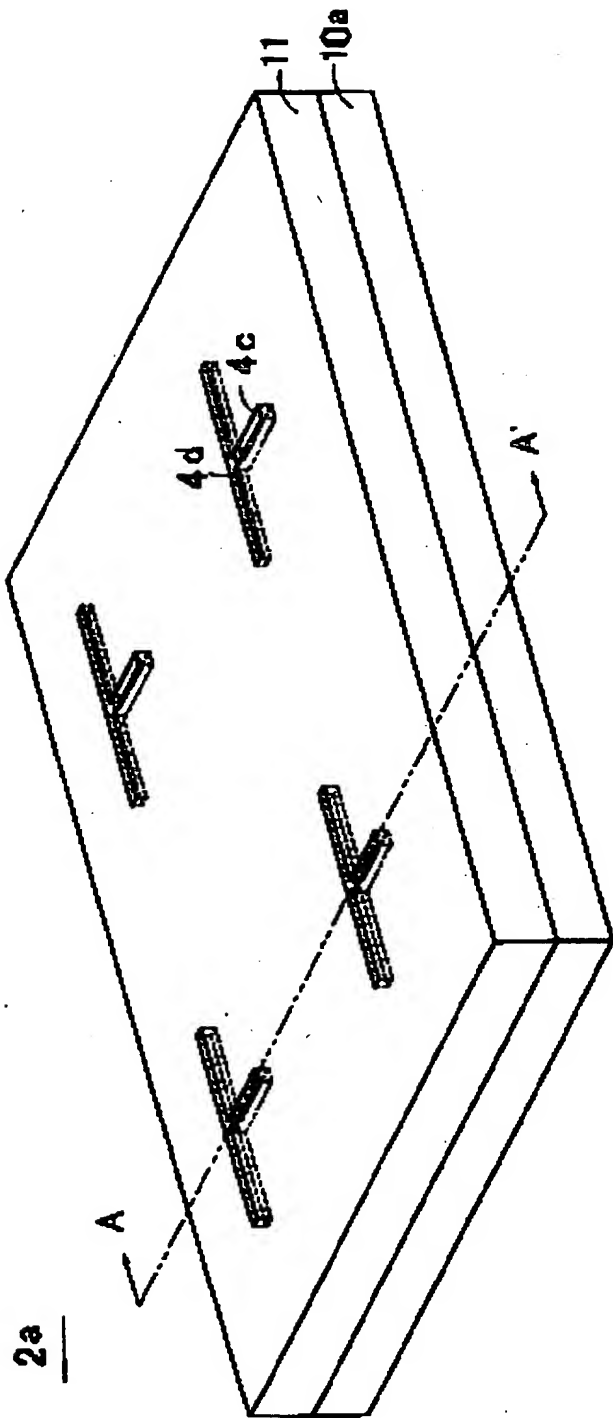
【 図 1 1 】



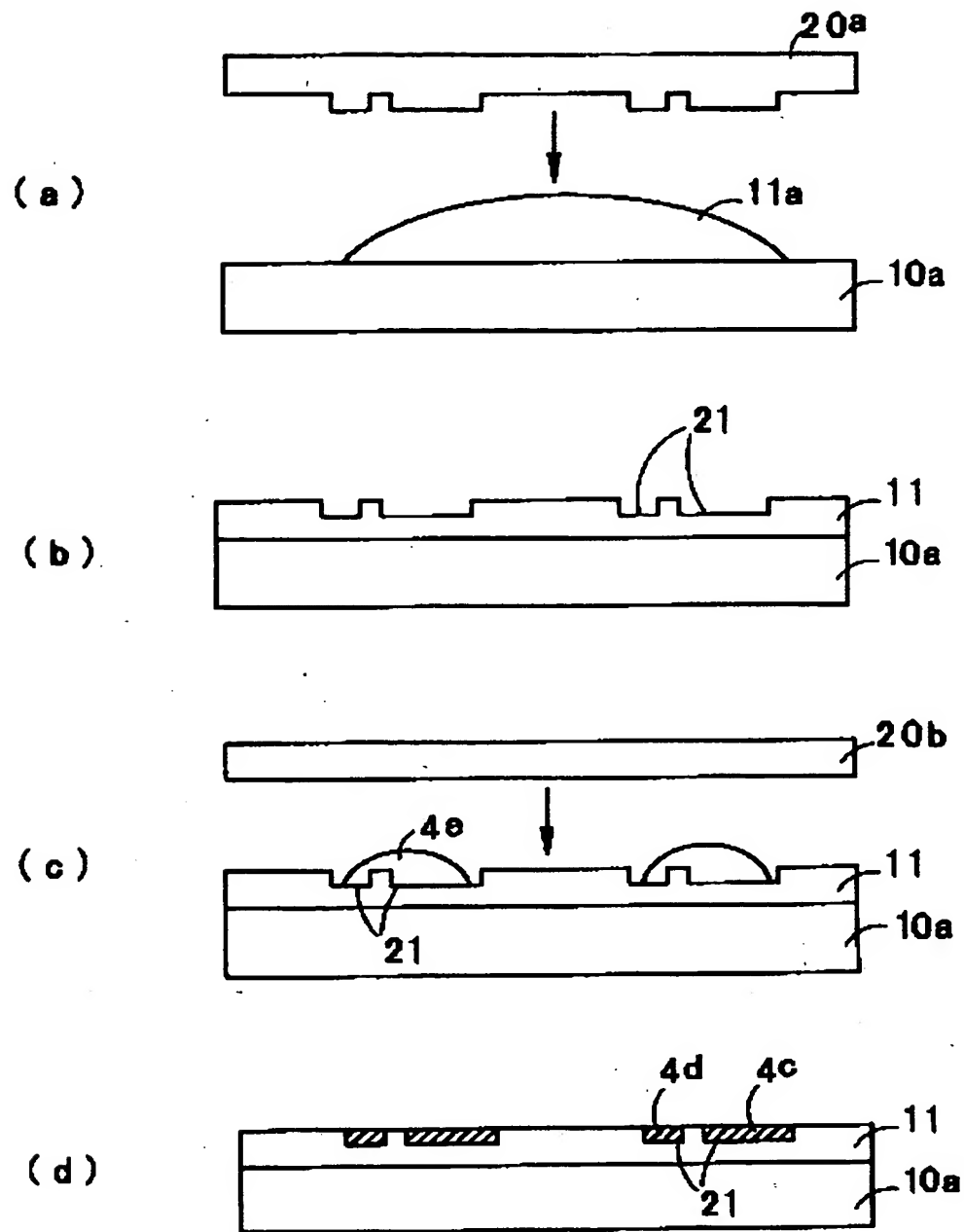
【図 12】



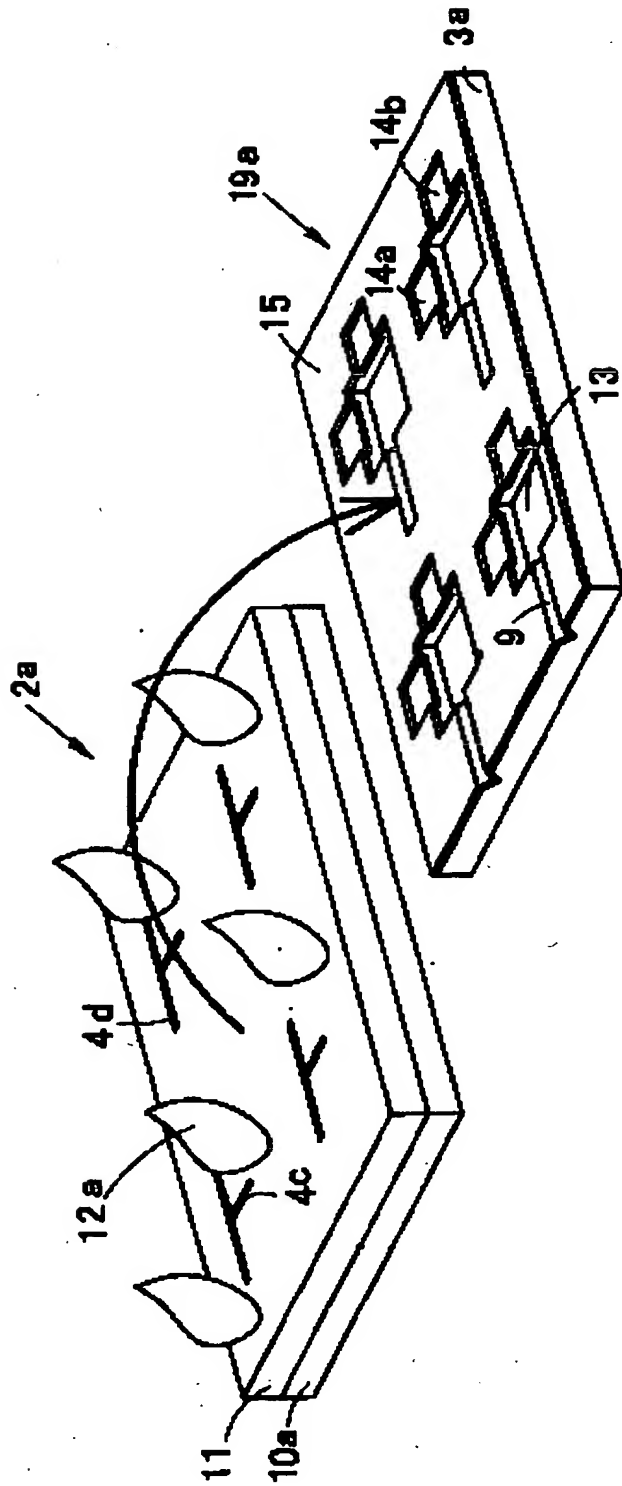
【図 13】



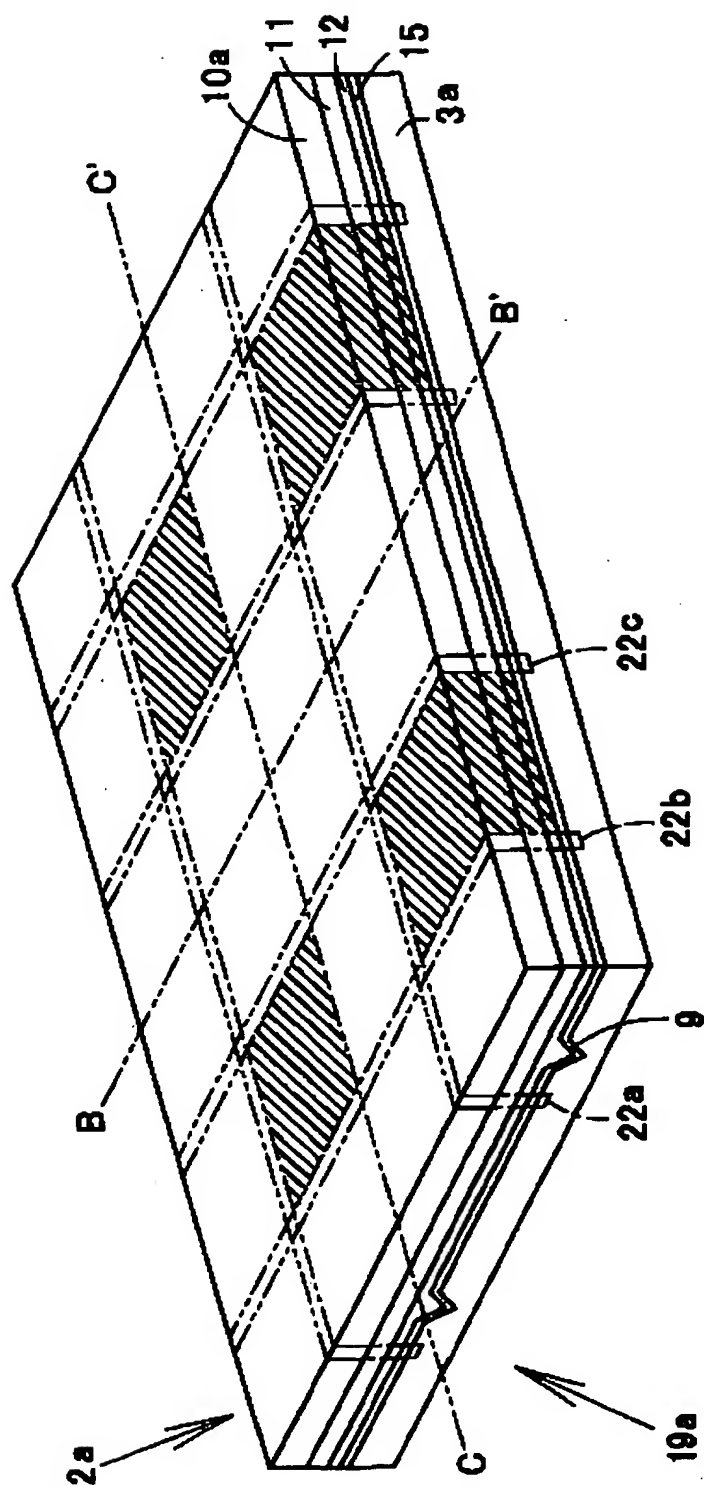
【図 14】



【図 15】

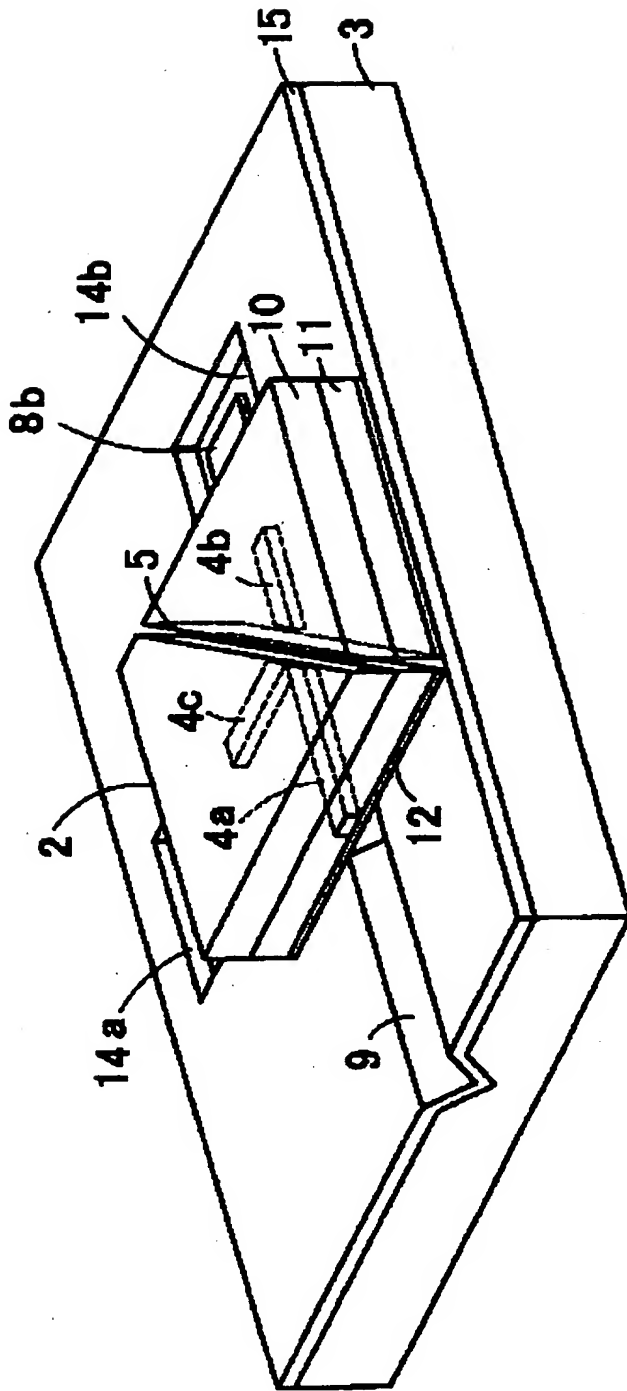


【図 16】

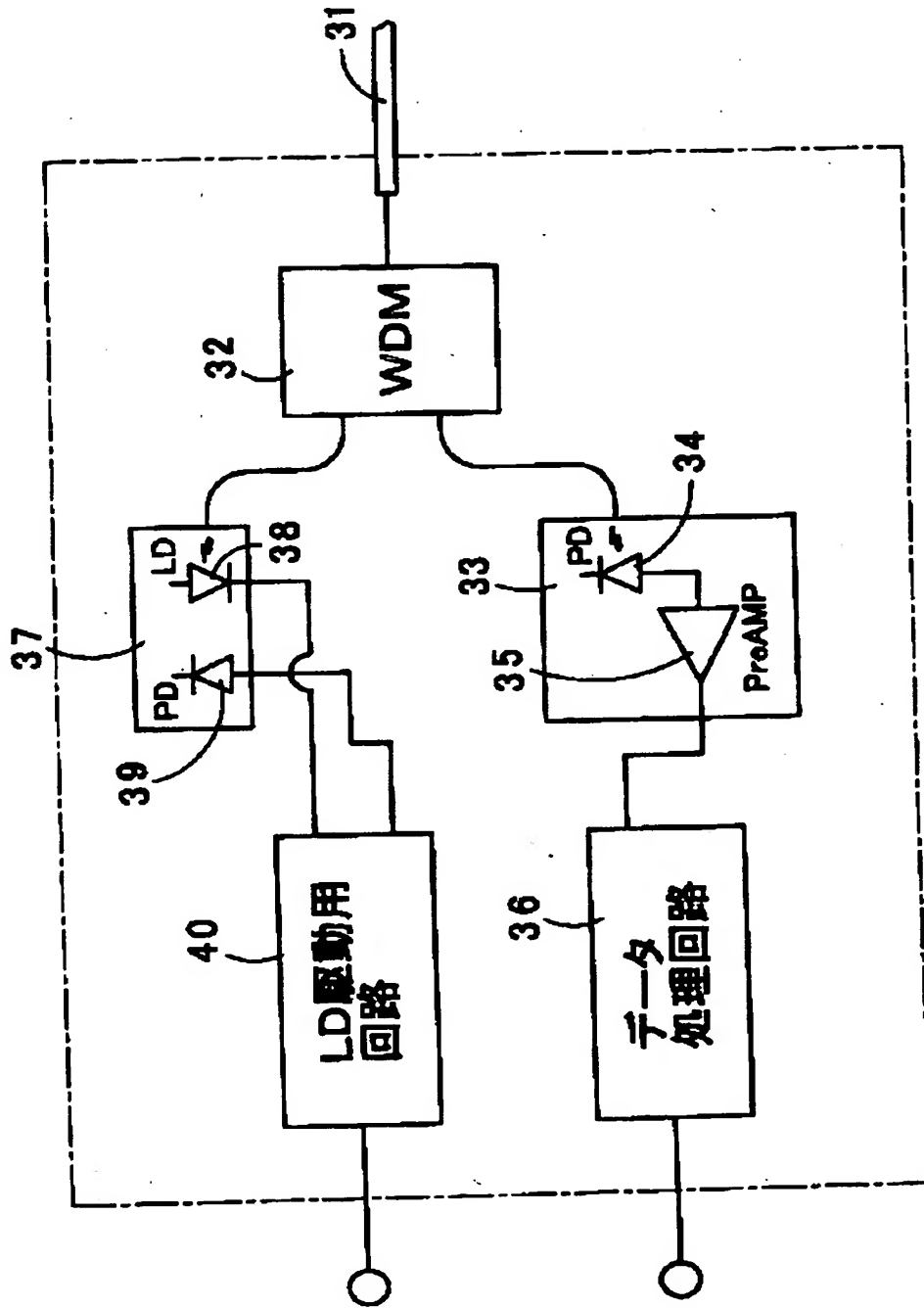


【図 17】

1



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】光導波路装置の製造工程を簡略化し、また大量生産に適した光導波路装置の製造方法を提供する。

【解決手段】フィルタ挿入溝 5 b を対角線とし、フィルタ挿入溝 5 b に隣接するフィルタ挿入溝 5 a、5 c 上の点を頂点とする長方形を単位長方形 7 と仮定して、光導波路装置 1 の大きさを単位長方形 7 の整数倍とすることにより、複数の光導波路装置 1 をマトリクス状に配置した状態でフィルタ挿入溝 5 を形成しても、各々の光導波路装置 1 は同形状に形成することができ、また各々の光導波路装置 1 に形成されるフィルタ装着溝 5 は他の光導波路装置 1 のコア 4 の目的外の箇所を分断することがない。よって、製造工程を簡略化することができ、大量生産に適しているので、製造コストを抑制することができる。

【選択図】 図 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002945]

1. 変更年月日 2000年 8月11日
[変更理由] 住所変更
住 所 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地
氏 名 オムロン株式会社